

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2016

Adam Ripp

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informatiky

Internet of things

Internet of Things

2016

Adam Ripp

Zadání bakalářské práce

Student: **Adam Ripp**

Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2612R025 Informatika a výpočetní technika

Téma: Internet of things
Internet of Things

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je navrhnout a implementovat zařízení využívající současné možnosti tzv. minipočítačů.

1. Zmapujte a popište problematiku Internet of Things s důrazem na platformy tzv. minipočítačů.
2. Pro zvolenou platformu navrhnete aplikaci, která bude ilustrovat typické využití těchto platforem jako samostatně fungujících zařízení připojených k internetu, např. vizualizace Facebook API, získávání a sdílení dat, apod.
3. Navrženou aplikaci realizujte, a to jako komplexní balík funkčního zařízení.
4. Zhodnoťte výslednou aplikaci, vývojový proces i možnosti dalšího rozšiřování.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] M. Cavanagh: Netduino Home Automation Projects, 2013, Packt Publishing, ISBN: 978-1849697828
[2] C. Pfister: Getting Started with the Internet of Things: Connecting Sensors and Microcontrollers to the Cloud, 2011, Maker Media, ISBN: 978-1449393571

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Radecký, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 29.04.2016



doc. Dr. Ing. Eduard Sojka
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě, dne 25. 4. 2016



Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Michalovi Radeckému, Ph.D. za odbornou radu a vedení při vypracování mé bakalářské práce. Dále bych rovněž chtěl poděkovat panu Ing. Martinu Němcovi, Ph.D. za pomoc s vytvořením ozubených kol na 3D tiskárně.

Abstrakt

Tato práce se zabývá problematikou Internet of things, využitím platformy tak zvaných minipočítačů pro toto odvětví a vytvořením komplexní aplikace demonstrující typické využití Internet of things zařízení. Teoretická část popisuje Internet of things jako takový, jeho účel, možnosti, historii a vývoj. Dále práce seznamuje s minipočítači, s kterými se běžné věci mohou proměnit ve věci „chytré“. Součástí práce je popis Netduino minipočítače a otevřené platformy .NET Micro Framework. V praktické části práce je vytvořena typická aplikace, jenž ukazuje propojení běžného světa se světem internetu, konkrétně s Facebookem přes rozhraní Graph API.

Klíčová slova

Internet of things, minipočítač, netduino, .NET Micro Framework, Facebook, Graph API

Abstract

This work describes Internet of Things, using minicomputers in IoT and creating a complex application that demonstrates typical usage of IoT devices. Theoretical part talks about IoT platform, its purpose, possibilities, history and development. This work also includes acquaintance with minicomputers which transform common things into “smart” things. Another part contains a description of Netduino minicomputer and an open source platform .NET Micro Framework. In the practical part of this work there is described a development of IoT prototype and a communication with Facebook via the interface Graph API.

Key words

Internet of Things, minicomputer, netduino, .NET Micro Framework, Facebook, Graph API

Obsah

Úvod.....	6
1 Internet of things	7
1.1 Historie Internet of things	7
1.2 Využití Internet of things	7
1.3 Budoucí vývoj Internet of things.....	9
2 Minipočítače.....	10
2.1 Arduino	10
2.1.1 Arduino Yún.....	11
2.1.2 Arduino MKR1000	12
2.1.3 Arduino rozšiřující desky	13
2.2 Netduino	14
2.2.1 Netduino plus	14
2.2.2 Netduino plus 2	15
2.2.3 Netduino 3 ethernet.....	16
2.2.4 Netduino 3 Wi-Fi	17
3 Návrh reálné aplikace Internet of things	19
3.1 Aplikace IoT.....	19
3.2 Koncepce aplikace IoT.....	19
3.2.1 Mechanické počítadlo	19
3.2.2 Minipočítač.....	20
3.2.3 Facebook	21
4 Software aplikace pro Netduino	22
4.1 Příprava vývojového prostředí	22
4.2 První projekt – blikání LED	22
4.2.1 Program	23
4.2.2 Nahrání kódu do Netduina	24
4.3 Druhý projekt – čtečka RSS	24
4.3.1 Program	24
4.3.2 Nahrání kódu do Netduina	25

4.4	Finální projekt – počítaadlo označení To se mi líbí	25
4.4.1	Program	27
4.4.2	Nahrání kódu do Netduino	28
4.5	Pomocný server	29
4.5.1	Program	30
4.5.2	Uživatelské rozhraní.....	31
5	Fyzická realizace počítaadla	32
5.1	3D tisk	32
5.2	Konstrukce	32
5.3	Číslicová kola.....	33
5.4	Převodní kola.....	33
5.5	Pohon.....	34
6	Zhodnocení výsledků a možnosti zlepšení	35
	Závěr	36
	Seznam použitých zdrojů	38
	Seznam obrázků	40
	Seznam grafů.....	41
	Seznam tabulek	42
	Seznam kódů	43
	Přílohy	44

Úvod

Záměrem této práce bude seznámení s Internet of things (IoT) a demonstrace využití v reálném světě. Dále využití minipočítačů pro vytvoření samostatně fungujících zařízení připojených k internetu. Z toho vyplývajícím cílem bude vybrat si platformu minipočítače a vhodného zástupce, vytvoření návrhu funkční aplikace a realizace aplikace jako komplexní balík zařízení komunikující se světem internetu.

Teoretická část práce se bude zabývat popisem, co znamená Internet of things, kde se používá, jak vznikl a jaký je jeho předpokládaný rozvoj. V návaznosti bude představena platforma minipočítačů a jejich zástupci, jenž se používají pro vytvoření internetu věcí. Budou zde popsány jejich parametry a výhody jednotlivých zástupců.

Dalším krokem práce bude vymyšlení typického využití dnešních možností IoT a samostatně fungujícího zařízení demonstrujícího toto využití. Zde bude důležité, aby bylo možno získávat data ze sociální sítě v reálném čase a tyto výsledky následně promítat do fyzického světa prostřednictvím prvku běžného života.

Důležitý bod bude vybrání vhodného zástupce minipočítačů pro realizaci projektu, na základě porovnání možných modelů. Po nalezení vhodného minipočítače bude následovat vývoj programové části pro získávání dat z IoT, konkrétně ze sociální sítě. V neposlední řadě se bude práce zabývat výrobou samostatně fungujícího zařízení schopného prezentace získaných dat.

V poslední části práce bude testována a prezentována funkčnost celku. Bude zde zhodnoceno propojení jednotlivých řešení aplikace a jejich nastavení. Budou zmíněny možnosti dalšího rozšíření a vylepšení projektu a další vývoj IoT.

1 Internet of things

Internet of things neboli internet věcí je tvořen nespočtem samostatných počítačů, senzorů a dalších zařízení. Tato zařízení musí být připojena k internetu. Internet věcí je definován jako nepřetržitý proud dat mezi sítěmi typu [1][2]:

- BAN¹: chytré naslouchátko, chytré brýle
- LAN²: chytrá domácnost
- WAN³: dopravní telematika⁴, chytré auto
- VWAN⁵: chytré město, služba, jenž není vázána k fyzickému místu

1.1 Historie Internet of things

V roce 1999 se Kevin Ashton snažil prosadit termín Internet of Things. Byl to nový pojem, ale tato tematika se neobjevila poprvé. Celé odvětví bylo známé pod pojmem všudypřítomné využití výpočetní techniky⁶. Vzhledem k tomu, že v devadesátých letech byla databázová úložiště příliš drahá, nebyla umožněna tvorba prototypů a tím se zabránil další rozvoj těchto technologií.

Až po zlevnění úložišť a po příchodu Cloudu v nového tisíciletí byla popularita internetu věcí postupně zvyšována. Dalším krokem rozvoje bylo nahrazování čárových kódů čipy využívající RFID⁷ technologii do aut a spotřebitelských výrobků a instalace čteček do budov, obchodů, na dálnice atd. Výzvou bylo naučit se tato data zpracovávat a využívat. Z prostředí bylo tímto vytvářeno rozhraní k internetu věcí. [2]

1.2 Využití Internet of things

Internet věcí je uplatňován v mnoha odvětvích dnešní doby. Od nejmenších zařízení, která jsou používána každý den, přes chytré průmyslové výrobní závody, až po chytrá města.

Nejčastěji se setkáváme s různými chytrými nositelnými zařízeními, jako například chytrými hodinkami. Ty jsou schopny měřit tep, EKG, tělesnou teplotu, počet kroků za den, kvalitu spánku a další měřitelné hodnoty. Následně tato data prezentovat přes aplikaci v chytrém telefonu nebo na internetové stránce a vyhodnocovat je z dlouhodobého hlediska.

¹ Angl. Body Area Network

² Angl. Local Area Network

³ Angl. Wide Area Network

⁴ Angl. Telematics – neustálé posílání informací o stavu auta, jeho poloze a nouzových stavech na server, kde se data analyzují nebo používají k vytvoření knihy jízd. [23]

⁵ Angl. Very Wide Area Network

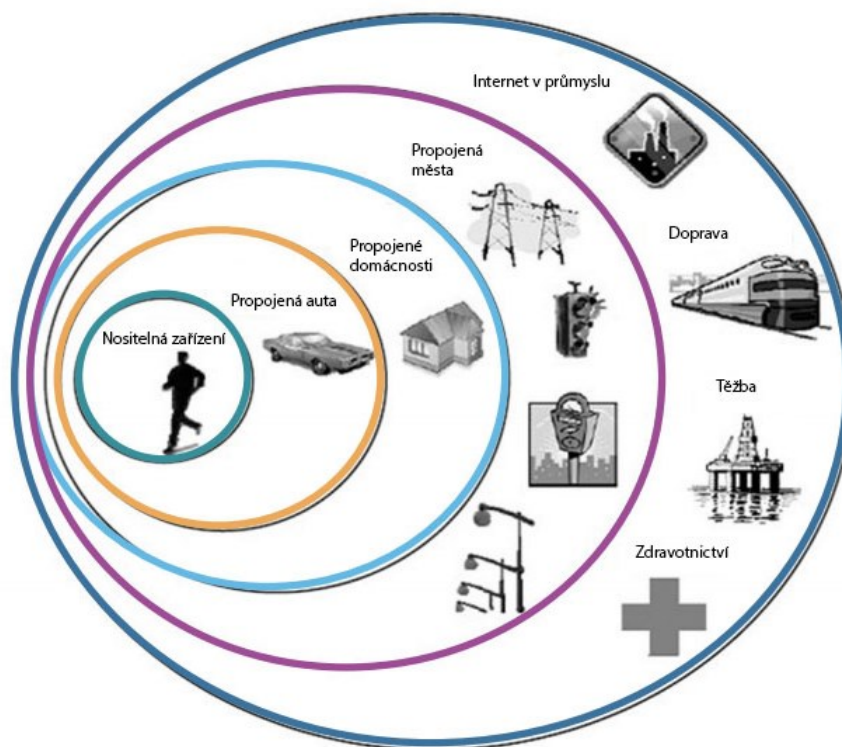
⁶ Angl. Ubiquitous Computing

⁷ Angl. Radio Frequency Identification

V modernizaci domácností internet věcí poskytuje nejlepší možné rozhodnutí ovládacího systému v reálném čase. Je to možné díky monitorování mnoha veličin jako například teploty, vlhkosti, pohybových čidel, denní doby apod. Tyto veličiny jsou získávány z dostupných senzorů a volně dostupných služeb poskytujících data. Tyto služby mohou být například meteorologické stanice, časový server atd. Také lze číst data ze sociálních sítí a tím přizpůsobit následné chování domácnosti.

Také je možné zlepšení efektivity energetického systému, posíláním údajů o využívání a spotřebě elektrické energie jednotlivých zařízení v domácnostech. Na základě těchto dat má možnost chytrá síť zjistit odběrové špičky a reagovat na ně. Poskytovatelé energií jsou schopni se na tyto události lépe připravit a dodáním více elektrické energie zabránit přetížení sítě.

V neposlední řadě se IoT uplatňuje ve zdravotnictví, kde je monitorován fyzický stav pacientů s rychlým vyhodnocováním získaných dat. Díky tomu je možné zalarmovat IZS⁸, urychlit jejich jednání a tím zvýšit šanci na přežití pacienta. [2]



Obr. 1 Využití internetu věcí

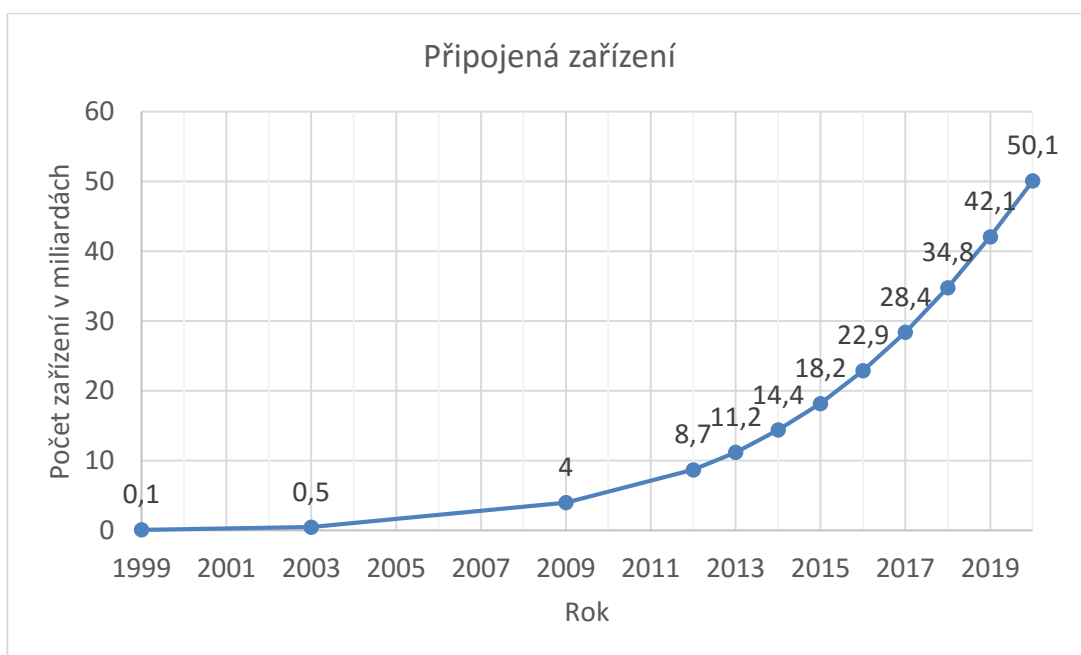
⁸ Integrovaný záchranný systém obsahuje Hasičský záchranný sbor České republiky, Zdravotnická záchranná služba a Policie České republiky.

1.3 Budoucí vývoj Internet of things

V následujících letech se očekává výrazný nárůst připojených chytrých zařízení k internetu věcí a jeho rozšíření mezi zařízení, která zatím nejsou připojena. Z Grafu 1 vyplývá, že počet připojených zařízení k internetu by měl dosáhnout v roce 2020 až padesáti miliard oproti necelým patnácti miliardám v roce 2015. [31]

Zároveň se počítá se standardizací komunikačních protokolů pro jednodušší komunikaci jednotlivých zařízení mezi sebou. To povede ke zjednodušení běžných činností, jako například když chytré auto bude vědět kam má cestující odvést na základě dat v kalendáři, který je synchronizován s cloud serverem. Na čelním skle řídicí jednotka auta zobrazí zprávy, které si uživatel prohlížel na mobilním telefonu a ukáže nejnovější příspěvky přátel ze sociálních sítí. Přitom senzory auta budou neustále monitorovat životní funkce cestujících. Při jakémkoliv problému auto okamžitě zalarmuje záchranné složky.

Tento vývoj vyplývá ze současných aplikací chytrých zařízení a dostupných technologií. Některé části popisovaných řešení se dostanou k uživatelům již během tohoto roku.



Graf 1 Počet připojených zařízení [31]

2 Minipočítače

Minipočítače jsou malá, univerzální a levná zařízení. Většinou obsahují procesor architektury ARM⁹. Hlavní výhodou je nízká spotřeba elektrické energie a možnost integrovat k mikroprocesoru doplňující moduly jako jsou řadič LCD, síťový řadič atd. [4] Dále by měly obsahovat vstupní a výstupní porty pro připojení fyzických zařízení nebo senzorů, ať už analogové, nebo digitální.

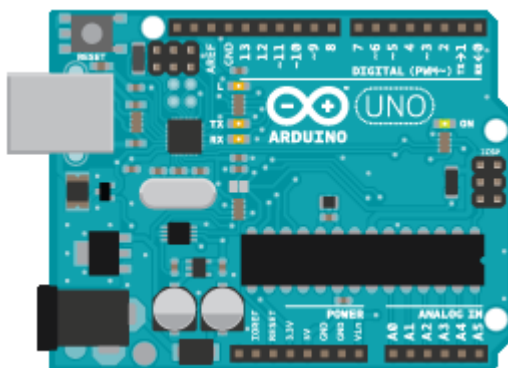
Pro využití ve světě internetu věcí je potřeba, aby se byl minipočítač schopen připojit k internetu. Musí obsahovat port RJ-45 s Ethernet modulem, Wi-Fi modul nebo k němu musí být umožněno připojení externího síťového modulu.

Existuje velký počet vývojářů a laiků, kteří vyvíjejí projekty založené na minipočítačích. Finální řešení publikují na uživatelských fórech, odkud se mohou další lidé inspirovat pro své projekty nebo se na nich učit.

2.1 Arduino

Arduino je projekt založený na open-source¹⁰ řešení, který vytvořili Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino a David Mellis. Jedná se o univerzální minipočítače s ARM procesory. Tato firma nabízí mnoho typů produktů pro různá řešení. Základní model je možné vidět na Obr. 2. Ten je možné rozšířit nepřeberným množstvím rozšiřujících desek.

Kód pro Arduino minipočítače se programuje v prostředí The Arduino Software pomocí programovacích jazyků Arduino code, C nebo C++. V následujících podkapitolách budou popsány vybrané typy Arduino řešení pro internet věcí. [5]



Obr. 2 Arduino UNO [5]

⁹ Angl. Advanced RISC Machine – architektura vyvinuta firmou Acorn Computer Group. ARM procesory využívají 32-bitové RISC architektury [29]

¹⁰ Open-source znamená otevřená platforma, ke které má každý přístup a může ji při dodržení určitých podmínek dle libosti měnit.

2.1.1 Arduino Yún

Arduino Yún, viz Obr. 3, je minipočítač s 8-bitovým procesorem ATmega32u4 a síťovým modulem Atheros AR9331. Procesor Atheros podporuje distribuci Linuxu OpenWrt-Yun, která je založena na bázi OpenWrt¹¹. Kombinuje možnosti Linuxu s jednoduchostí Arduina. [5]

Mikrokontrolér	ATmega32U4
Operační napětí	5V
Vstupní napětí	5V
Digitální I/O ¹² piny	20
PWM piny	7
Analogové vstupní piny	12
Stejnoseměrný proud na I/O pin	40 mA
Stejnoseměrný proud na 3.3V pin	50 mA
Paměť flash	32 KB (4 KB využity pro bootloader)
SRAM	2.5 KB
EEPROM	1 KB
Operační frekvence	16 MHz

Tab. 1 Specifikace Arduino Yún [5]



Obr. 3 Arduino Yún [5]

¹¹ OpenWrt – Linuxová distribuce pro samostatná zařízení [6]

¹² Angl. Input/Output – vstupně/výstupní

2.1.2 Arduino MKR1000

Arduino MKR1000 pohání SoC¹³ Atmel a skládá se ze tří základních částí [5]:

- 32-bitový ARM procesor SAMD21 Cortex-M0+
- Wi-Fi modul WINC1500 low power 2.4GHz IEEE® 802.11 b/g/n
- Šifrovací jednotka ATECC508 CryptoAuthentication¹⁴

Mikrokontrolér	SAMD21
Operační napětí	3.3V
Digitální I/O piny	8
PWM piny	4 (D2-D5)
UART	1
SPI	1
I2C	1
Analogové vstupní piny	7 (ADC 8/10/12 bit)
Analogové výstupní piny	1 (DAC 10 bit)
Vnější přerušení	8
Stejnsměrný proud na I/O pin	7 mA
Paměť flash	256 KB
SRAM	32 KB
Operační frekvence	48 MHz

Tab. 2 Specifikace Arduino MKR1000 [5]



Obr. 4 Arduino MKR1000 [5]

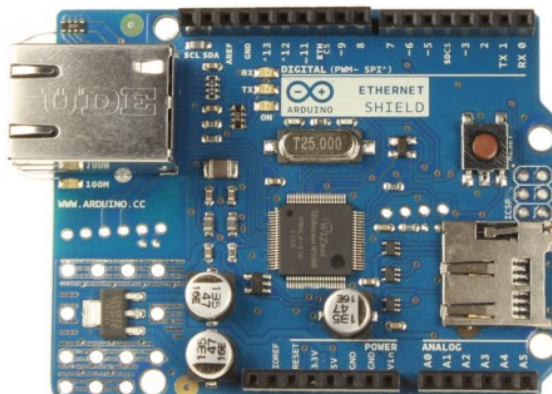
¹³ Angl. System on Chip

¹⁴ Angl. Atmel CryptoAuthentication je šifrovací jednotka s uložištěm pro klíč na bázi hardwarového klíče [7]

2.1.3 Arduino rozšiřující desky

Pro připojení dalších Arduino počítačů k internetu, které nemají zabudované síťové rozhraní, slouží rozšiřující desky Arduino Ethernet Shield, Arduino GSM¹⁵ Shield nebo Arduino WiFi Shield 101. Všechny tyto rozšiřující moduly lze jednoduše zprovoznit jednoduchým připojením k Arduino.

Arduino Ethernet Shield, viz Obr. 5, obsahuje Ethernetový radič Wiznet W5100, který zvládá rychlosti 10/100 Mbps¹⁶ a port RJ-45. Modul komunikuje s Arduinem přes SPI sběrnici.



Obr. 5 Arduino Ethernet Shield [5]

Arduino GSM Shield, viz Obr. 6, rozšiřuje Arduino o možnosti, které nabízí GSM. Na desce se nachází radiomodem M10 od firmy Quectel a slot pro SIM kartu. Vložení SIM karty s aktivovaným GPRS¹⁷ připojením a dostupným signálem mobilního operátora, je schopno Arduino komunikovat přes internet.



Obr. 6 Arduino GSM Shield [5]

¹⁵ Angl. Global System for Mobile communication - Globální Systém pro Mobilní komunikaci [10]

¹⁶ Angl. Megabit per second – megabit za sekundu. Jednotka rychlosti přenosu dat. [9]

¹⁷ Angl. General Packet Radio Services – Bezdrátový přenos dat rychlostmi od 56 do 114 Kbps. [11]

Arduino WiFi Shield 101, viz Obr. 7, nabízí bezdrátové připojení pomocí IEEE¹⁸ 802.11¹⁹ b/g/n standardů. Wi-Fi připojení je zajišťováno modulem Atmel SmartConnect-WINC1500. Tato rozšiřující deska umožňuje šifrování signálu typy WEP a WPA2 osobní. [5]



Obr. 7 Arduino WiFi Shield 101 [5]

2.2 Netduino

Netduino je podobně jako Arduino open-source projekt, který byl založen skupinou Secret Labs. Při vývoji tohoto minipočítače byl kladen důraz na využití moderních platform jako je .NET Framework, v tomto případě část platformy nazvaná .NET Micro Framework. Toto umožňuje programovat počítač v jazyce C# a v prostředí známém z programování .NET aplikací Microsoft Visual Studio. [1][8]

K dispozici je opět více typů minipočítačů Netduino. Základní model, model s připojením pomocí Ethernetu nebo model s Wi-Fi připojením. První dvě generace nabízely pouze Ethernetové připojení. Až třetí generace přišla v roce 2015 s bezdrátovým řešením. Netduino je pinově kompatibilní s většinou rozšiřujících desek pro Arduino, ovšem pro většinu z nich není softwarová podpora a ovladač si musí napsat uživatel sám. [8]

2.2.1 Netduino plus

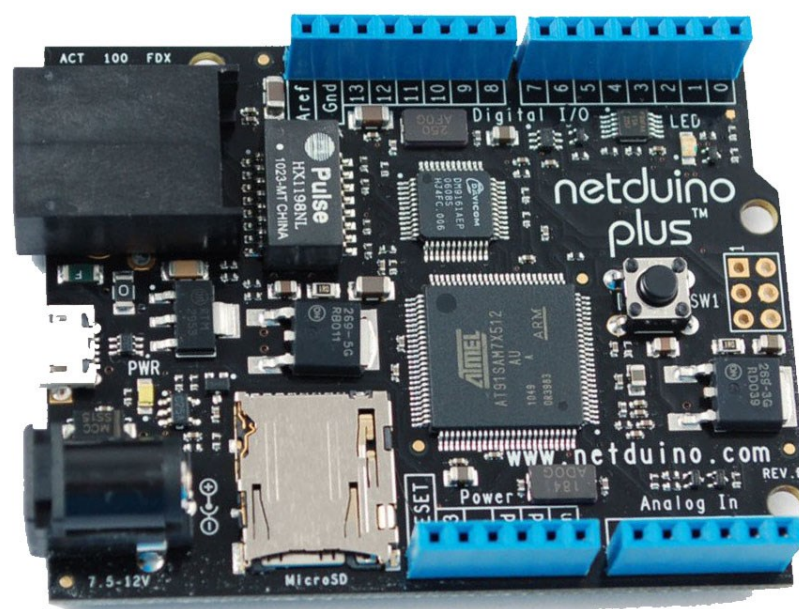
Netduino plus, viz Obr. 8, je 32-bitový minipočítač s procesorem Atmel AT91SAM7X512 architektury ARM7 a Ethernetovým řadičem se schopností komunikovat rychlostí 10 Mbps. Obsahuje konektor pro napájení, micro-USB konektor pro naprogramování nebo napájení, Ethernet konektor pro síťovou konektivitu a slot pro Micro SD kartu. Na desce se také nachází tlačítko. Standardně má funkci resetu počítače, ale lze ho jakkoli přeprogramovat pro potřeby projektu. [8]

¹⁸ Angl. Institute of Electrical and Electronics engineers je největší asociace sdružující standardy pro pokročilou technologii

¹⁹ Standardy pro bezdrátové sítě LAN

Mikrokontrolér	AT91SAM7X512
Operační napětí	5V
Digitální I/O piny	14
PWM piny	2
UART	3
SPI	3
I2C	2
Analogové I/O piny	6
Stejnsměrný proud na I/O pin	8 mA
Paměť flash	128 KB
SRAM	64 KB
Operační frekvence	120 MHz

Tab. 3 Specifikace Netduino plus [8]



Obr. 8 Netduino plus [13]

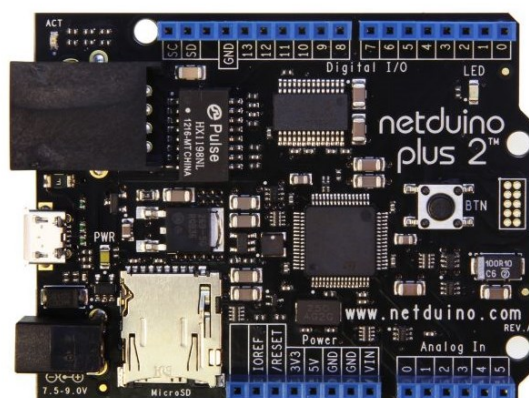
2.2.2 Netduino plus 2

Netduino plus 2, viz Obr. 9, je oproti předchozí generaci rychlejší a také má větší kapacitu paměti. Ať už paměti operační nebo paměti pro kód. Poháněno je 32-bitovým čipem STMicro STM32F4 architektury Cortex-M4 a Ethernetovým řadičem podporující rychlost 10 Mbps.

Stejně jako na starším minipočítači se i zde nachází napájecí konektor, micro-USB konektor pro napájení nebo programování, Micro SD slot pro paměťovou kartu a port RJ-45. I na tomto modelu je programovatelné tlačítko s předvolenou funkcí resetu. [8]

Mikrokontrolér	STM32F4
Operační napětí	5V
Digitální I/O piny	14
PWM piny	6
UART	4
SPI	1
I2C	1
Analogové I/O piny	6
Stejnoseměrný proud na I/O pin	25 mA
Paměť flash	384 KB
SRAM	100+ KB
Operační frekvence	168 MHz

Tab. 4 Specifikace Netduino plus 2 [8]



Obr. 9 Netduino plus 2 [12]

2.2.3 Netduino 3 ethernet

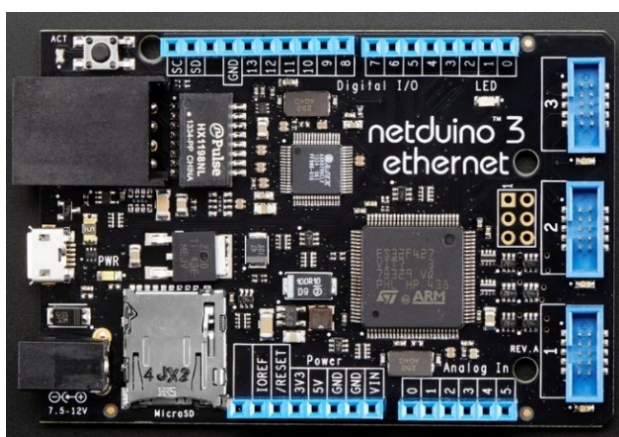
Netduino 3 ethernet, viz Obr. 10, je již třetí generace síťové verze minipočítače Netduino s portem RJ-45. Používá 32-bitový mikroprocesor STM32F4 architektury Cortex-M4 jako Netduino plus 2.

Hlavní rozdíly jsou ve velikosti kapacity paměti flash pro kód, která je větší zhruba tři a půl krát a v rozšíření o tři GoBus²⁰ porty. Navíc mírně rozšiřuje i operační paměť. Konektory, tlačítko a slot pro Micro SD kartu jsou shodné jako u předchozích modelů. [8]

²⁰ GoBus je univerzální port používaný pro rozšiřující desky Netduino, jako jsou desky s tlačítkem, bzučákem, RGB LED, atd. [8]

Mikrokontrolér	STM32F4
Operační napětí	5V
Digitální I/O piny	14
PWM piny	6
UART	4
SPI	1
I2C	1
Analogové I/O piny	6
Stejnosměrný proud na I/O pin	25 mA
Paměť flash	1408 KB
SRAM	164+ KB
Operační frekvence	168 MHz

Tab. 5 Specifikace Netduino 3 ethernet a Netduino 3 Wi-Fi[8]



Obr. 10 Netduino 3 ethernet [13]

2.2.4 Netduino 3 Wi-Fi

Netduino 3 Wi-Fi, viz Obr. 11, je dvojče Netduina 3 ethernet. Deska obsahuje stejný mikrokontrolér a paměti o stejných kapacitách. Stejně jsou i micro-USB konektor, napájecí konektor a slot pro Micro SD kartu. Zásadní rozdíl mezi modely třetí generace je v možnosti připojení k internetu. Tento model obsahuje možnost bezdrátového Wi-Fi připojení a ztrácí Ethernetový radič a port RJ-45.

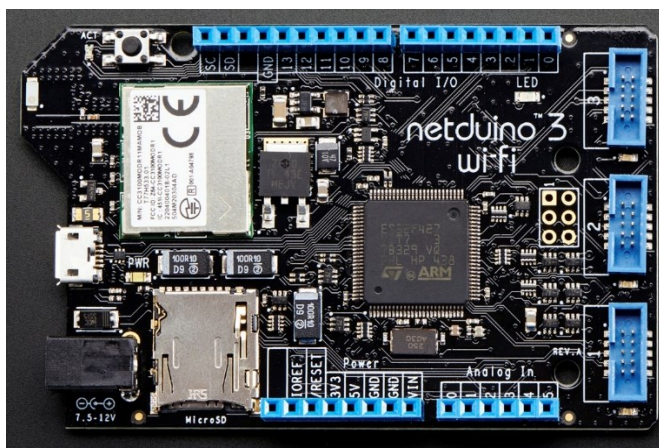
Wi-Fi modul lze připojit pomocí standardů IEEE 802.11 b/g/n využívající frekvenci 2,4GHz. Umožňuje připojení k nezabezpečeným i zabezpečeným sítím protokolem WEP²¹ nebo WPA2²². Díky možnosti bezdrátového připojení nemusí být propojený kabelem s routerem. Navíc jako jediný,

²¹ Angl. Wired Equivalent Privacy. Slouží k řízení přístupu do sítě a zabezpečení přenášených dat. WEP využívá symetrického principu, kdy se používá stejný algoritmus i klíč pro šifrování i dešifrování. [14]

²² Angl. Wi-Fi Protected Access. Vylepšuje nedostatky WEP. Používá klíč pro autentizaci, jiný pro broadcast komunikaci a jiný pro šifrování datového rámce. [15]

tento model umožňuje šifrovanou komunikaci SSL²³ 3.0, kterou v dnešní době vyžaduje čím dál více stránek a sociálních sítí, a šifrování TLS²⁴ 1.2. [8]

Specifikace jsou shodné s Netduino 3 ethernet, viz tab. 5.



Obr. 11 Netduino 3 Wi-Fi [13]

²³ Angl. Secure Sockets Layer. Jedná se o protokol k zabezpečení přenosu dat mezi serverem a koncovým zařízením. SSL využívá k šifrování dat veřejný a soukromý klíč a k autentizaci serveru digitální certifikáty. [16]

²⁴ Angl. Transport Layer Security. TLS je následovník SSL a skládá se ze dvou vrstev. TLS Record Protocol a TLS Handshake Protocol. [17]

3 Návrh reálné aplikace Internet of things

3.1 Aplikace IoT

Účelem této práce je vytvoření aplikace, která demonstruje jedno z typických možných využití internetu věcí. Využitím malých a levných minipočítačů jako prostředku k připojení k internetu lze určité předměty naučit internet věcí. I přesto, že tyto předměty původně nebyly myšleny ani vytvořeny pro připojení a komunikaci s internetem.

Dnešním trendem je komunikace s rodinou a přáteli přes sociální sítě jako jsou Facebook, Twitter nebo Instagram. I proto je záměr naučit zařízení se sociálními sítěmi komunikovat nebo prezentovat data z nich získaná. Z tohoto důvodu je cílem této práce proměnit věc, kterou známe z běžného světa, na věc komunikující se sociální sítí.

3.2 Koncepce aplikace IoT

Tato práce bude propojovat tři hlavní prvky. Věc bez možnosti připojení k internetu, minipočítač a sociální síť. Jako zástupce věci bez možnosti připojení k internetu použijeme mechanické počítadlo, které bude poháněno krokovým motorkem. Propojeno bude s minipočítačem Netduino plus 2 a ten bude připojen k sociální síti Facebook. Minipočítač bude následně poskytovat data z internetu analogovému počítadlu. Podobně jako koncepce projektu Smiirl, díky kterému je možné zobrazovat počet To se mi líbí z různých sociálních sítí na různých místech, např. ve výloze obchodu, v restauraci, ve firmě atd. [34]

3.2.1 Mechanické počítadlo

Pro prezentaci dat ze sociální sítě bude využito mechanického počítadla vyrobeného za pomoci 3D tiskárny. Pro inspiraci byl využit koncept běžného počítadla, se kterým se můžeme setkat v analogových plynoměrech, vodoměrech, elektroměrech, jako počítadlo kilometrů ve starších autech nebo počítadlo do ruky, viz Obr. 12.

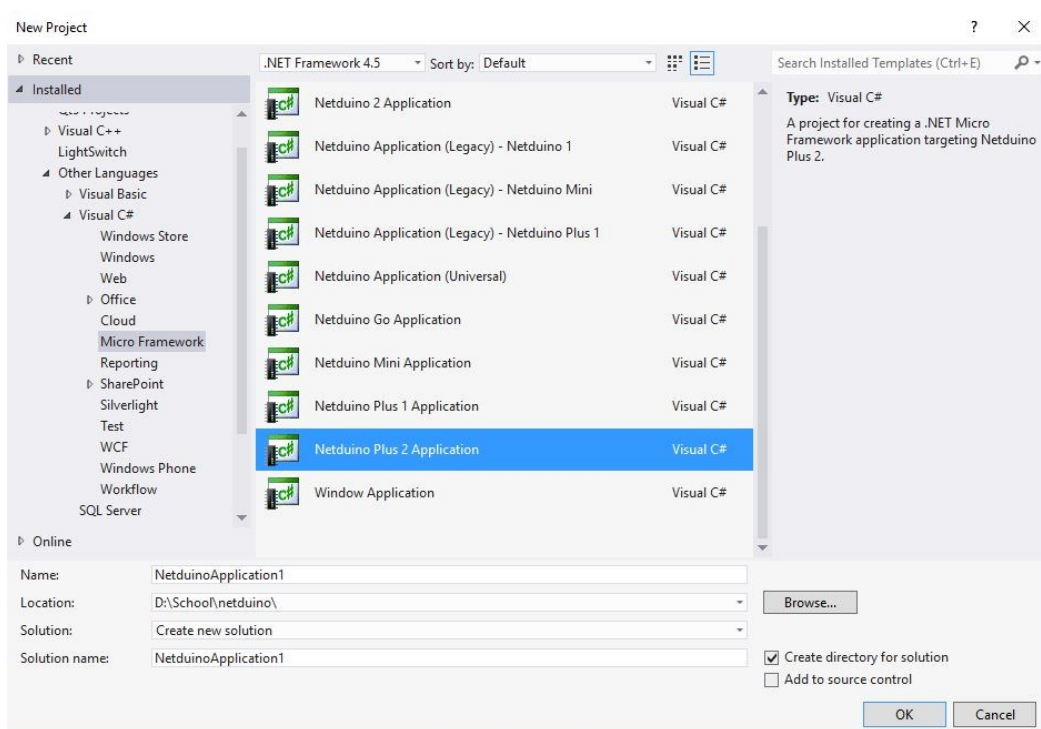


Obr. 12 Mechanické počítadlo [18]

3.2.2 Minipočítač

Jako rozhraní mezi reálným světem a světem internetu bude využit minipočítač Netduino plus 2. Ten nabízí možnost připojení k internetu pomocí Ethernetu a připojení senzorů nebo jiných zařízení pomocí šesti analogových nebo čtrnácti digitálních říditelných pinů. Má malou spotřebu elektrické energie a velikost, díky čemuž může být použit ve velkém množství aplikací. V době zadání bakalářské práce stála verze Netduina plus 2 asi \$75 a bylo to nejvýkonnější a nejnovější řešení z minipočítačů Netduino.

K vybudování systému s Netduinem se využívá .NET Micro Framework, což je zredukovaná verze .NET Frameworku, kterou je možné využít na minipočítačích se stovkami kB paměti. To umožňuje programování ve známém programovacím jazyce C# a vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio, viz Obr. 13. Díky tomu je programování minipočítače jednoduché a téměř totožné jako programování aplikací pro klasické počítače. Navíc je možné běžící program na minipočítači ladit a tím jednoduše a efektivně najít a odstranit chyby v programu. [19]



Obr. 13 Visual Studio, New .NET Micro Framework project

3.2.3 Facebook

Jako zdroj dat pro počítadlo bude sloužit sociální síť Facebook. Počítadlo bude následně zobrazovat počet označení To se mi líbí²⁵ stránek nebo příspěvků, viz Obr. 14.



Obr. 14 Facebooková stránka katedry informatiky, VŠB – TUO, FEI [20]

Aby zařízení mohlo komunikovat s Facebookem, bude potřeba vytvořit Facebook aplikaci²⁶. Po zadání pár základních údajů se aplikace vytvoří a obdrží své identifikační číslo a tajný kód. Ve vytvořené aplikaci bude nutno nastavit, jaká oprávnění bude vyžadovat po uživateli. Pro používání aplikace ji bude třeba propojit s uživatelským účtem. Tím se jasně stanoví, na jaká data se bude moci aplikace dostat a jaká poskytnout. [21]

Pro získávání dat a komunikaci s Facebookem slouží rozhraní Graph API. K tomuto účelu se využívají dotazy GET a POST. Dotaz se skládá z adresy serveru Graph API, následované ID objektu. Objekty mohou být uzly nebo hrany. V tomto případě nás budou zajímat stránky a statusy, což jsou uzly. V další části dotazu se nachází požadované pole objektu, jako jsou komentáře, počet To se mi líbí, fotka atd. Poslední částí dotazu je vždy přístupový kód.

²⁵ Tlačítko To se mi líbí (angl. Like) nebo palec nahoru se nachází pod každým příspěvkem, stránkou, skupinou nebo událostí a kliknutím umožní ukázat ostatním uživatelům Facebooku, že se vám líbí [20]

²⁶ Aplikaci je možno vytvořit na internetové stránce Facebook for developers, dostupnou na: <https://developers.facebook.com/apps>

4 Software aplikace pro Netduino

4.1 Příprava vývojového prostředí

Před zahájením programování Netduina je potřeba mít nainstalované vývojové prostředí Visual Studio 2010 nebo novější. Pro tuto práci je použito Visual Studio Ultimate 2013. Dále musí být nainstalovány .NET Micro Framework SDK²⁷ nejlépe v nejnovější verzi 4.3, rozšíření .NET Micro Framework pro Visual Studio a nakonec Netduino SDK ve verzi v4.3.2.1. Vše je možné stáhnout z oficiálních stránek Netduina, viz Obr. 15. [8]



Obr. 15 Netduino, ke stažení [8]

4.2 První projekt – blikání LED

Pro seznámení se s Netduinem a způsobem nahrávání projektů do fyzického zařízení, slouží jednoduchý první projekt. Úkolem tohoto projektu je nechat blikat LED²⁸ po dobu zapnutí minipočítače se střídáním stavů co půl sekundy.

Při vytvoření nového projektu ve Visual Studiu pro Netduino plus 2, viz Obr. 13, se objeví předdefinovaná základní třída s nejčastěji používanými knihovnami, viz Kód 1.

²⁷ Angl. Standard Development Kit

²⁸ Angl. Light Emitting Diode – elektroluminiscenční dioda, která emituje světlo při průchodu elektrického proudu. [22]

Metoda `Main` se spustí v Netduinu jako první. Netduino podporuje objektové programování, proto lze tvořit libovolné třídy, stejně jako je zvykem při programování aplikací na běžné platformy. Účelem prvního projektu je seznámit se s programováním jednotlivých prvků na desce. Dále také s nastavením projektu a nahráním programu do minipočítače.

```
using System;
using System.Net;
using System.Net.Sockets;
using System.Threading;
using Microsoft.SPOT;
using Microsoft.SPOT.Hardware;
using SecretLabs.NETMF.Hardware;
using SecretLabs.NETMF.Hardware.NetduinoPlus;

namespace NetduinoPlusApplication1
{
    public class Program
    {
        public static void Main()
        {
            // write your code here
        }
    }
}
```

Kód 1 Nový Netduino projekt

4.2.1 Program

Netduino SDK obsahuje tři důležité třídy a to pro obsluhu pinů, tlačítka a LED. Jsou to `OutputPort`, `InputPort` a `InterruptPort`. V tomto projektu je LED deklarována jako `OutputPort`, viz Kód 2. První parametr konstruktoru je zvolená LED z nabízeného výběru pinů, tlačítka a LED z desky. Druhý parametr udává, zda má LED v základním stavu svítit nebo ne.

```
OutputPort op = new OutputPort(Pins.ONBOARD_LED, false);
```

Kód 2 Deklarace LED

Poté už stačí doplnit jednoduchou logiku k rozblikání LED, viz Kód 3. Za pomoci nekonečné smyčky se do LED zapíše opačná hodnota, než je na ní dosud. V dalším kroku se program uspí na 500 milisekund, aby lidské oko postřehlo zablikání.

```
while(true)
{
    op.Write(!(op.Read()));

    Thread.Sleep(500);
}
```

Kód 3 Logika blikání LED

4.2.2 Nahrání kódu do Netduina

Pro otestování programu se kód nahraje do minipočítače. V menu nastavení projektu se nejdříve musí provést ověření nastavení správné verze .NET Micro Frameworku, jaká se nachází v Netduinu. Dále je nutno zkontrolovat, že Visual Studio nahraje program do Netduina a nebude ho jen emulovat.

Po zkontrolování nezbytných údajů se stisknutím tlačítka F5 program nahraje a spustí se debugovací mód. V něm je možné průběh programu pozastavit na předem nastaveném break pointu a zkontrolovat aktuální stav a naplnění vnitřních proměnných.

Až se ujistíme, že je program v pořádku, můžeme Netduino odpojit od počítače a připojit jiný možný zdroj napájení. Program se spustí automaticky po spuštění minipočítače.

4.3 Druhý projekt – čtečka RSS

Projekt číslo 2 slouží k získání zkušeností s Netduinem a jeho komunikací s internetem. Konkrétně se jedná o stahování RSS²⁹ zpráv pomocí HTTP GET Requestu ze serveru a následný výpis titulků zpráv do konzole. V tomto projektu se stahují zprávy ze serveru BBC³⁰.

4.3.1 Program

Jako první se po spuštění Netduina aktualizuje čas z NTP³¹ serveru NIST³². Toto je nutné, pokud v naší aplikaci potřebujeme zaznamenávat nebo porovnávat čas. Jelikož Netduino nemá baterii, čas nemůže být uložen a musí se po každém spuštění aktualizovat.

K tomu slouží třída `Ntp`, která obsahuje dvě veřejné statické metody. První metoda je `UpdateTimeFromNtpServer`, která má jako vstupní parametry adresu serveru a časový posun v hodinách vůči nultému poledníku a druhá metoda `GetNtpTime` se stejnými vstupními parametry, viz Přílohy. První metoda zavolá druhou metodu a získaný čas nastaví jako systémový čas do minipočítače. Druhá metoda vrací instanci třídy `DateTime` s aktuálním časem serveru se změřeným časovým pásmem dle vstupního parametru.

Po aktualizaci času program spustí další vlákna pro načítání dat z RSS serveru a pro opakovanou aktualizaci času. Samotné hlavní vlákno kontroluje, zda jsou z RSS serveru načtená data a oznamuje nové zprávy – počet nových zpráv indikuje bliknutím LED. Následně nové titulky zpráv vypíše do konzole. Cyklus se opakuje v dvaceti sekundových intervalech.

²⁹ Angl. Rich Site Summary je formát pro sdílení zpráv nebo často se měnícího obsahu internetových stránek. Využívá formátu XML. [25]

³⁰ feeds.bbc.co.uk/news/rss.xml

³¹ Angl. Network Time Protocol – internetový protokol, který se používá pro synchronizaci času počítačů se serverem. Protokol vyvinul profesor David L. Mills z univerzity Delaware. [24]

³² time-b.nist.gov

Vlákno starající se o samotné načítání RSS ze serveru využívá třídu `RssFeed`, viz Přílohy. Stahuje data každých třicet sekund, což je pro kontrolu nových zpráv dostačující interval. Před načtením nových dat zablokuje titulky zpráv pro hlavní vlákno a uloží aktuální seznam titulků zpráv do seznamu starých titulků pro další porovnávání. Následně se zavolá metoda `LoadRSSFeed` na instanci třídy `RssFeed` a zablokovaná data se opětovně uvolní.

Hlavní metodou třídy pro stahování RSS zpráv je `LoadRSSFeed`, která vrací seznam titulků zpráv. Tato metoda přijímá textové parametry s adresou RSS serveru a cestou ke zprávám na serveru. Do textové proměnné se vloží naformátovaný GET dotaz s adresou serveru a cestou ke zprávám. Text se transformuje do pole bytů reprezentujících jednotlivé znaky dotazu. Dále musíme získat IP adresu serveru pomocí metody `Dns.GetHostEntry` a vytvoříme instanci třídy `Socket`. Program využívá ke komunikaci TCP protokol. Připojí se k dříve získané IP adrese a pošle přeložený dotaz.

Nyní metoda čeká na odpověď serveru. Jako první přijde HTTP kód, který udává různé stavy a odpovědi serveru. Program může očekávat příchod dat, když obdrží kód 200, ten znamená, že požadavek proběhl v pořádku. Na řadu přichází filtrování přichozích dat. Protože zprávy obsahují mnoho dodatečných informací a navíc mohou být velmi dlouhé, budeme ukládat pouze titulky zpráv. Netduino plus 2 má kolem 100 kB paměti, proto tímto zabráníme přeplnění jeho operační paměti.

Data se filtrují pomocí porovnávání přichozích bytů se zakódovanými značkami pro `<item>`, `</item>`, `<title>` a `</title>`, které označují začátek a konec zprávy a začátek a konec titulku. Program přijímá data po 1 bytu a hledá první značku `<item>` a poté značku `<title>`. Po nalezení začátku titulku se přichozí data ukládají až do nalezení značky `</title>`. Zpráva se dekoduje do textové formy a uloží se do seznamu titulků. Následuje hledání dalších zpráv stejným způsobem do maximálního počtu deseti titulků zpráv.

4.3.2 Nahrání kódu do Netduina

Nahrávání probíhá stejně, jako u prvního projektu, viz kapitola 4.2.2.

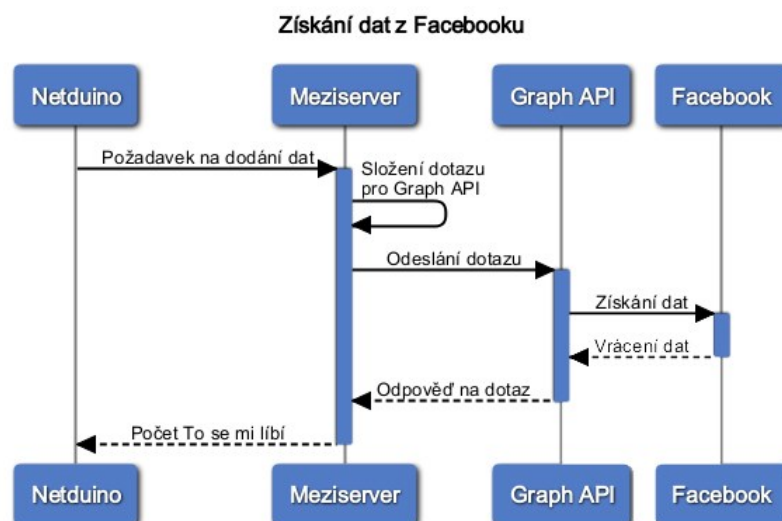
4.4 Finální projekt – počítadlo označení To se mi líbí

Finální projekt obsahuje aplikaci, která ilustruje využití internetu věcí. Propojuje mechanické počítadlo se statusem nebo stránkou z Facebooku. Netduino připojené k routeru nebo k jinému zdroji internetového připojení stahuje data z Facebooku a zároveň pomocí vysílaných signálů do krokového motorku hýbe počítadlem a v reálném čase prezentuje získaná data.

V průběhu vývoje a po zakoupení minipočítače začaly sociální sítě vyžadovat šifrované připojení HTTPS³³. Tento protokol veškerou komunikaci mezi počítačem a serverem šifruje, což napomáhá bezpečnosti přenosu dat, jako jsou hesla a citlivá data. Na druhou stranu přináší tomuto projektu zásadní problém. Minipočítač Netduino plus 2 nepodporuje šifrování SSL, které využívá protokol HTTPS. Z tohoto důvodu bylo třeba problém vyřešit. Jako nejlepší způsob řešení se ukázalo

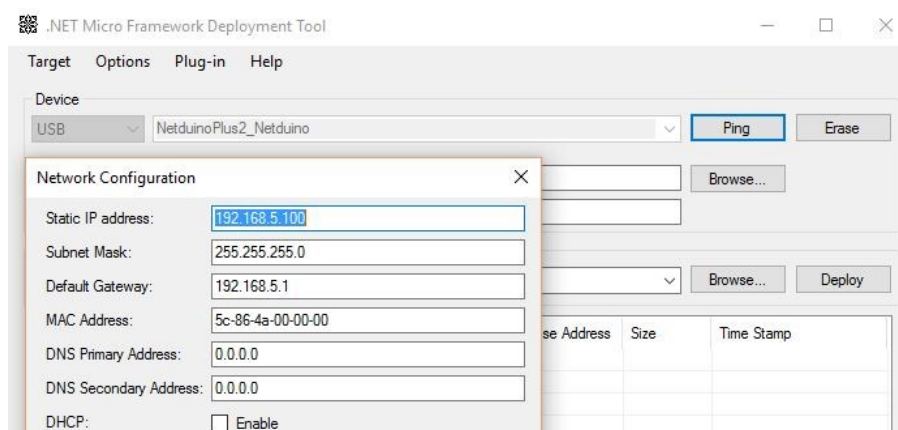
³³ Protokol, jež šifruje přenášená data pomocí SSL, viz poznámka pod čarou č. 17 [26]

použití jednoduchého meziserveru, který se dotazuje Facebooku stejnými dotazy jako by se dotazoval minipočítač jen za použití HTTPS místo HTTP. Netduino komunikuje s meziserverem HTTP dotazy a ten mu posílá získaná data z Facebooku. Při použití minipočítače podporujícího HTTPS by šlo třídu pro komunikaci se sociální sítí použít jen s minimálními změnami. Popis meziserveru se nalézá v kapitole 4.5. Diagram komunikace jednotlivých částí pro získání dat, viz Graf 2.



Graf 2 Sekvenční diagram získání dat z Facebooku [32]

Aby Netduino mohlo komunikovat přes internet, potřebuje IP adresu a nastavení sítě. To lze provést přes program .NET Micro Framework Deployment Tool přes Network Configuration, viz Obr. 16. Nastavení může být statické ručně zadané nebo Netduino využije nastavení pomocí DHCP³⁴ protokolu routeru.



Obr. 16 .NET MFDT Network Configuration

³⁴ Angl. Dynamic Host Configuration Protocol – protokol routeru, který automaticky poskytuje IP adresu a další nastavení sítě počítačům v síti.

4.4.1 Program

Projekt obsahuje třídy pro různé části aplikace. Třída `Stepper` se stará o ovládání krokového motorku a tím nastavení hodnoty počítadla. Třída `Client` obstarává komunikaci s meziserverem a poskytuje stažená data. Samozřejmostí je třída `Ntp` pro získání času z NTP serveru a jeho nastavení. Kódy tříd viz Přílohy.

Po spuštění se zaktualizuje čas z NTP serveru metodou popsanou v kapitole 4.3.1. Dalším krokem inicializace zařízení je nastavení posledního stavu před vypnutím, což je nutné pro správnou funkčnost celého zařízení. To znamená, jaký je poslední stav krokového motorku a jaké číslo je nastavené na počítadle. Tato data jsou uložena na meziserveru a poskytuje je metoda `Client.GetLastState`.

Když je zařízení nastaveno, je připraveno pro aktualizaci dat z Facebooku. Počet `To se mi líbí` vrátí metoda `Client.GetLikes`. Následuje změna stavu počítadla pomocí metody `Change` zavolané na instanci třídy ovladače krokového motorku s parametrem počet `To se mi líbí` minus poslední stav počítadla. Počet `To se mi líbí` se uloží jako poslední stav a pošle se aktuální stav zpátky na meziserver. Ukládání stavu na server po každé aktualizaci je důležité z důvodu možného výpadku proudu nebo internetového připojení. Při aplikaci bez meziserveru by se pro ukládání dat použila SD karta. V našem případě se nabízí uložení dat na serveru. Aktualizace dat probíhá každých deset sekund.

Třída `Client` je statická a obsahuje statické metody `GetLikes`, `GetLastState`, `SetLastState` a `GetData`. První tři metody volají metodu `GetData` s různým parametrem podle druhu požadavku. První metoda vrací počet `To se mi líbí`, druhá poslední stav zařízení a třetí posílá poslední stav na server. Metoda `GetData` přijímá textový parametr, který posílá na meziserver. Do proměnné typu `EndPoint` se vloží IP adresa serveru a číslo portu pro komunikaci, v tomto případě 192.168.5.1 a 11000. Dále vytvoříme instanci třídy `Socket` využívající protokol TCP. `Socket` se připojí dle zadané IP adresy a portu. K vstupnímu parametru se přidá sekvence znaků `<EOF>`, aby server poznal konec zprávy. Text se zakóduje na pole bytů a to se pošle na server. Server na základě poslané zprávy vrátí požadovaná data. Získaná data se dekodují a vrátí se volající metodě.

Třída `Stepper` slouží k obsluze krokového motorku a tím i počítadla. K posílání signálů do motorku využívá digitálních pinů desky D8 až D11, které reprezentují napájení jednotlivých cívek motorku. Při inicializaci instance se nastaví poslední stav získaný ze serveru a tímto stavem se bude řídit při výběru následujícího stavu motorku. Hlavní metodou pro ovládání motorku je metoda `Change` se vstupním parametrem, který udává, o kolik se má změnit hodnota počítadla. Podle toho, zda je číslo kladné nebo záporné, se zavolá metoda `Plus` pro kladné a metoda `Minus` pro záporné číslo. Obě metody přijímají stejný parametr jako metoda `Change`. Obě metody využívají proměnnou `direction` pro definování směru otáčení. Využívají také stejný výpočet pro počet sekvencí otočení motorku. Ten závisí na vnitřním převodu motorku a ozubených kolech použitých na počítadle. Konečná

hodnota pro počet sekvencí motorku, viz Kód 4, je vstupní změna hodnot (`count`) vynásobená vnitřním převodem motorku (`stepperGear`) a převodem počítadla (`numbersGear`).

```
int temp = (int)(count * stepperGear * numbersGear);
```

Kód 4 Výpočet počtu sekvencí otočení motorku

Vnitřní cyklus motorku, což je provedení všech 8 stavů, se provede tolikrát, kolik vyšla vypočítaná hodnota. K tomu se využívá metoda `SetOutput`, která nastavuje výstupy podle definovaných stavů. Následující stav se určuje podle směru otáčení počítadla a jeho předchozího stavu.

4.4.2 Nahrání kódu do Netduina

Nahrání opět probíhá stejně, jako u prvního projektu viz kapitola 4.2.2.

4.5 Pomocný server

Pro vyřešení problému s komunikací HTTPS bylo potřeba vytvořit pomocný server, který by komunikoval s Facebookem stejně jako minipočítač. Server je vytvořen jako Windows Form aplikace v jazyce C#, která čeká na požadavky z Netduina. Na jejich základě se zeptá Facebooku na data nebo vrátí Netduinu jiná data. Aplikace umožňuje nastavení stránky nebo statusu z Facebooku, ze kterých se získává počet To se mi líbí. Kódy tříd viz Přílohy.

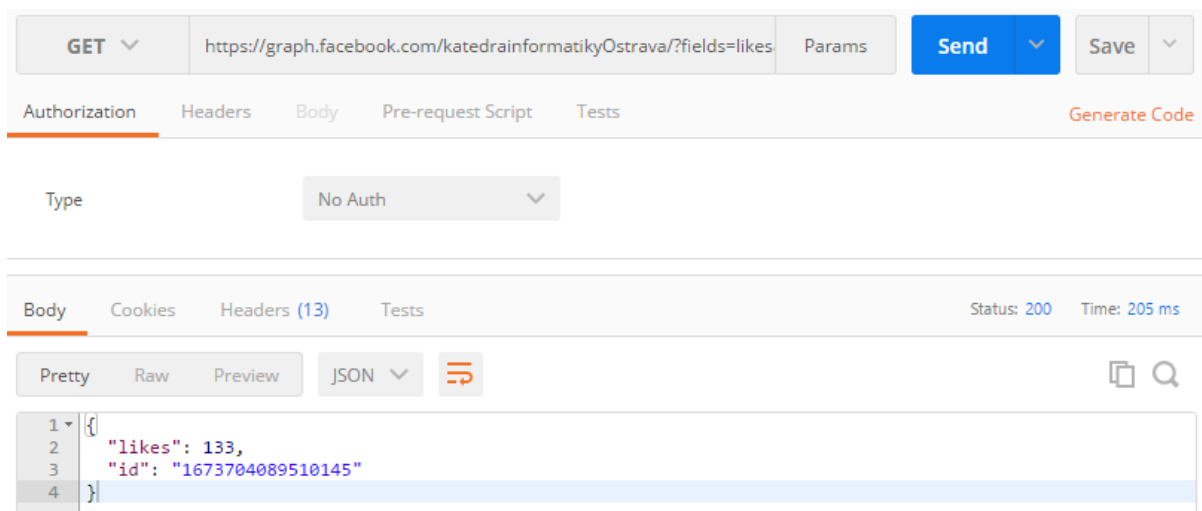
Aplikace může být spuštěna na počítači, který je na stejné místní síti jako Netduino nebo na síti s veřejnou IP adresou.

Pro testování dotazů pro Graph API slouží internetová aplikace Graph API Explorer, kam se zadá dotaz a aplikace poté zobrazí data dle dotazu, viz Obr. 17.



Obr. 17 Graph API Explorer [30]

Další alternativou pro testování dotazů pro Graph API a jiných API sociálních sítí je aplikace Postman z obchodu aplikací Google, viz Obr. 18. Na rozdíl od Graph API Explorer testuje i přístupová práva dotazu.



Obr. 18 Postman [33]

4.5.1 Program

Aplikace obsahuje uživatelské rozhraní, ve kterém můžeme nastavit, zda budeme chtít počet To se mi líbí ze statusu nebo ze stránky. Dále uživatelské rozhraní obsahuje textový box pro výpis informačních dat. Vypisuje dotazy Netduina a data stažená z Facebooku. Aplikace využívá dvou hlavních tříd. Třída `Facebook` obstarává komunikaci se stejnojmennou sociální sítí a třída `DataProvider` čeká na požadavky z minipočítače a posílá mu zpět odpovědi.

Program využívá třídu `BackgroundWorker`, která při zavolání metody `RunWorkerAsync` vytvoří nové vlákno pracující na pozadí. Toto vlákno obsluhuje veškerou komunikaci, protože hlavní vlákno se stará o uživatelské rozhraní. Kdyby nebylo použito tohoto vlákna, uživatelské rozhraní by po celou dobu běhu programu nereagovalo. [28]

Nejdříve proběhne inicializace programu, při které se načte ze souboru poslední stav krokového motorku a hodnotu na počítadle, aby je mohl při dotazu Netduina server odeslat. Také se nastaví hodnoty a popisky uživatelského rozhraní.

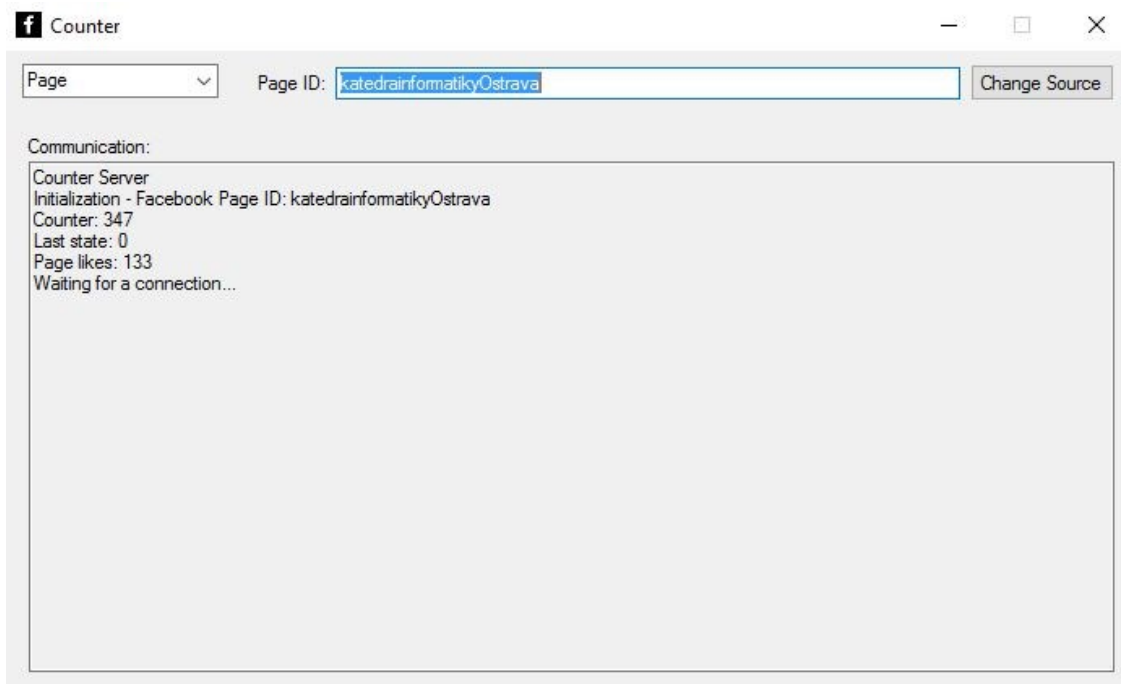
Třída formuláře dále obsahuje obslužné metody událostí vyvolané uživatelským rozhraním. Při změně typu dotazovaného objektu z Facebooku se přenastaví vlastnost `Type` ve třídě `Facebook`, podle zvolené hodnoty. Při stisku tlačítka pro změnu zdroje se nastaví vlastnost `ID` ze stejné třídy a proběhne dotaz na Facebook se změněnými daty. Poslední obslužná metoda se zavolá při ukončení aplikace a uloží poslední stav motorku a hodnotu na počítadle do souboru.

Třída `DataProvider` v konstruktoru nadefinuje `IPEndPoint` pro jakoukoli IP adresu a port pro vzájemnou komunikaci – 11000. Vytvoří instanci třídy `Socket` využívající protokol TCP. Následně k socketu přiřadí uložené nastavení IP adresy a portu a začne na tomto nastavení poslouchat.

Veškerou komunikaci obstarává metoda `StartListening`. Metoda čeká na příchozí požadavky z Netduina a příchozí data ukládá a dekoduje na text. Program ukládá přijatý text, dokud nenalezne značku `<EOF>`. Podle příchozího požadavku se provede určitá akce a odpověď na ní se odešle zpět. Tyto akce jsou získání dat z Facebooku, vrácení posledního stavu počítadla nebo uložení posledního stavu počítadla.

Třída `Facebook` se dotazuje sociální sítě na počet To se mi líbí, dle zadaných parametrů z uživatelského rozhraní metodou `GetLikes`. Ta podle typu požadavku sestaví dotaz skládající se z adresy Graph API, ID příspěvku nebo stránky, přístupového kódu a dotazu na požadovaný objekt. Dále se do dotazu vkládají požadované položky. Pro stránku je to `/?fields=likes`, kdy dotaz vrátí počet To se mi líbí a ID stránky. Pro status používáme do dotazu položku `/likes?summary=true`. Takový dotaz vrátí jména lidí, kteří dali tomuto statusu To se mi líbí a na konci odpovědi je celkový počet To se mi líbí. Sestavený dotaz se pošle na Graph API pomocí třídy `HttpWebResponse` a přijme data z Facebooku. Přijatá data rozdělí na části a vybere pouze počet To se mi líbí. Kdyby se změnil formát vrácených dat, vrátí metoda 0, aby se zamezilo vzniku chyby v Netduinu.

4.5.2 Uživatelské rozhraní



Obr. 19 CounterServer

Uživatelské rozhraní je prezentováno jednoduchým formulářem, který obsahuje výběr typu objektu Facebooku pomocí rozbalovacího menu, které obsahuje volby Page nebo Status, viz Obr. 19.

Do textového pole označené Page ID nebo Status ID, podle předchozího výběru, vloží uživatel ID stránky nebo statusu, jehož počet To se mi líbí chce ukazovat na počítadle. ID stránky získá uživatel tak, že načte požadovanou stránku Facebooku v prohlížeči a z internetové adresy zkopíruje její část, viz Obr. 20.

 <https://www.facebook.com/katedrainformatikyOstrava/?fref=ts>

Obr. 20 Facebook, ID stránky

ID statusu se získá stejným způsobem, jen uživatel zkopíruje jinou část odkazu, viz Obr. 21.

 <https://www.facebook.com/katedrainformatikyOstrava/posts/1731991390348081>

Obr. 21 Facebook, ID statusu

Stisknutím tlačítka Change Source se změní dotaz na Graph API a tím i zdroj dat. Zdroj může být změněn kdykoliv a v okamžiku, kdy přijde dotaz z Netduina, aplikace odešle počet To se mi líbí z aktuálního zdroje a na počítadle se začne nastavovat nová hodnota.

Poslední částí uživatelského rozhraní je textové pole, které slouží pro výpis informací jako je zdroj dat a jeho ID, hodnota na počítadle, poslední stav motorku, počet To se mi líbí zdroje a jaké jsou příchozí požadavky Netduina.

5 Fyzická realizace počítadla

Jako fyzická část práce bylo vybráno mechanické počítadlo, které ukazuje počet To se mi líbí určité stránky nebo statusu ze sociální sítě. K inspiraci výroby sloužila konstrukce mechanických počítadel v malém měřítku, jako například v plynoměrech nebo elektroměrech.

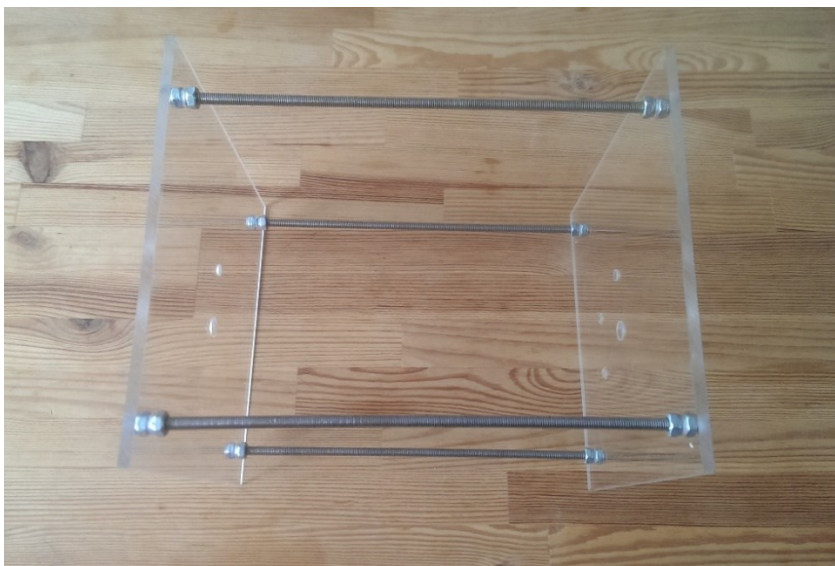
Počítadlo se skládá z velkých kol s číslicemi a ozubenými koly na každé straně, kterými prochází tyč. Kola se mohou na tyči nezávisle otáčet. Pro převod mezi řady jsou mezi velkými koly, menší ozubená kola na jiné tyči. Pro přidávání nebo ubírání hodnot na počítadle slouží krokový motorek. Vše je umístěno mezi průhledné plexisklové desky.

5.1 3D tisk

Všechna ozubená kola jsou vytisknuta na míru technologií nanášení vrstev roztopeného ABS plastu na 3D tiskárně v laboratoři na Fakultě elektrotechniky a informatiky, VŠB - Technické univerzity Ostrava. Pro vyhotovení ozubených kol jsou nutné jejich 3D modely, které jsou softwarem rozděleny na tisknutelné vrstvy a tato data jsou posílána do tiskárny.

5.2 Konstrukce

Jako nosná konstrukce slouží dvě průhledné plexisklové desky o rozměrech 20 x 20 cm. Dohromady jsou sešroubovány pomocí čtyř závitových tyčí a matek. Tento celek tvoří rám celého počítadla, viz Obr. 22. Celkové rozměry jsou 20 x 20 x 25 cm.



Obr. 22 Konstrukce

Do desek jsou vyvrtány díry v rozích pro závitové tyče, uprostřed pro tyč na velká číslicová kola a v odpovídající vzdálenosti ozubených kol se nachází díry pro tyč na malá převodní kola. Pravá deska počítadla je provrtána ještě dvěma dalšími dírami pro uchycení krokového motorku. Všechny díry jsou vyvrtány stolní vrtačkou.

5.3 Číslicová kola

Tato kola se skládají z instalatérské PVC trubky o průměru 50 mm a dvou ozubených kol vyrobených na 3D tiskárně. PVC trubka je nařezána pásovou pilou na délku 25 mm a na každou stranu trubky je nalepené ozubené kolo.

Na pravé straně trubky je ozubené kolo pro samotné otáčení kola, viz Obr. 23 vlevo. Na levé straně trubky je ozubené kolo pro převod řádu, viz Obr. 23 vpravo. Kola jsou umístěna v počítadle na hliníkové tyči.



Obr. 23 Velké ozubené kolo pravé a levé

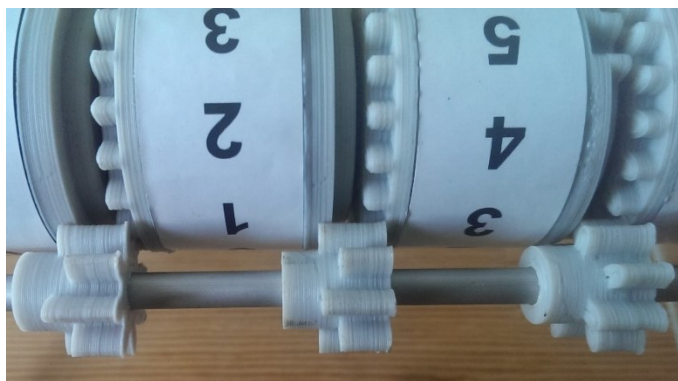
Plocha trubky slouží jako ciferník a je na ní nalepená nálepka s čísly 0 až 9, viz Obr. 24. Tato kola jsou v počítadle čtyři. Z toho vyplývá, že počítadlo je schopné zobrazit číslo 0 až 9999.



Obr. 24 Číslicové kolo

5.4 Převodní kola

Pro převod řádu mezi číslicovými koly jsou v počítadle umístěna převodní kola. Jsou menší a celá vytisknutá na 3D tiskárně, viz Obr. 25.



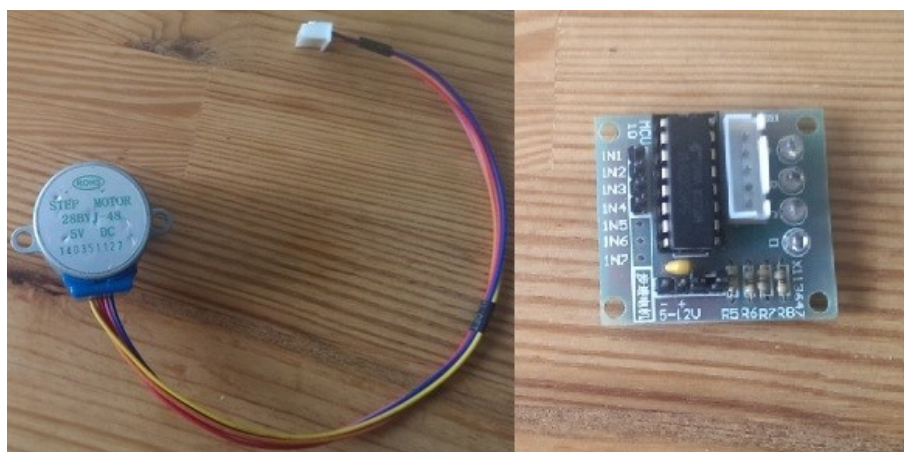
Obr. 25 Převodní kola

Převodní kolo se otočí při překročení řádu na číslicovém kole. Tím dosáhneme vytvoření počítadla se 4 číslicemi. Tato kola jsou stejně jako číslicová uložena na hliníkové tyči o menším průměru v odpovídající vzdálenosti.

5.5 Pohon

Počítadlo je ovládáno krokovým motorkem. Tomu dodává signál Netduino, dle získaných dat z Facebooku. Krokový motorek je unipolární čtyřfázový s označením 28BYJ-48. Napájecí napětí je 5 V, viz Obr. 26 vlevo.

Pro jednoduché ovládání motorku slouží řadič krokového motorku ULN2003, viz Obr. 26 vpravo. Na desce se nachází 4 piny pro ovládání minipočítačem, 2 piny pro samostatné napájení a 5 výstupních pinů pro krokový motorek. Navíc se na desce nachází 4 LED pro demonstraci napájených cívek motorku.



Obr. 26 Krokový motorek 28BYJ-48 a řadič ULN2003

6 Zhodnocení výsledků a možnosti zlepšení

V této práci jsme se snažili propojit sociální síť Facebook a mechanické počítadlo za pomoci minipočítače Netduino plus 2. Jednotlivé části projektu jsme zprovoznili samostatně a následně je spojili dohromady, viz Obr. 27.

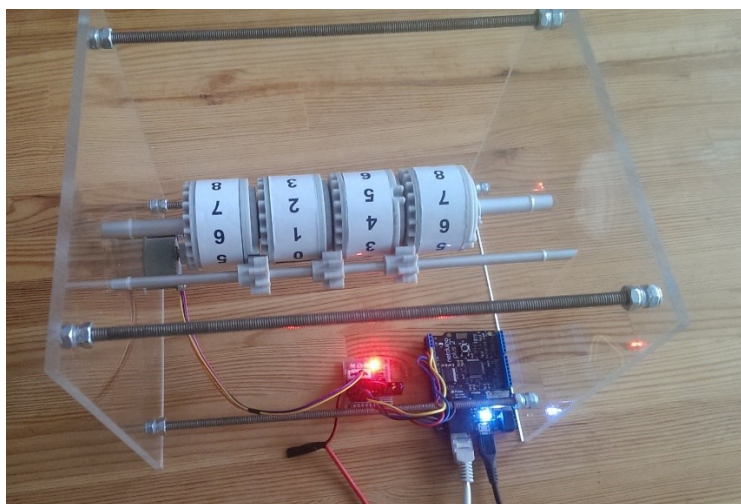
Počítadlo je ovládáno přes řadič krokovým motorkem. Změnu dat motorku řídí minipočítač na základě dat poskytujících meziserverem. Meziserver se na základě dotazů z Netduina ptá Facebooku na vybranou stránku nebo status a vrací počet To se mi líbí. Tato hodnota se zobrazí na počítadle.

Navzdory úspěšné realizaci projektu internetu věcí pomocí minipočítače lze nalézt několik míst k budoucímu zlepšení.

Jako hlavní bod ke zlepšení je použití minipočítače, který podporuje SSL šifrování a HTTPS komunikaci. V budoucnu bude čím dál více internetových služeb a sociálních sítí vyžadovat šifrovanou komunikaci pro ochranu přenášených dat jako jsou osobní údaje a hesla. Ideálním kandidátem pro nahrazení Netduina plus 2 je v současné době Netduino 3 Wi-Fi. To podporuje zmiňované SSL šifrování a navíc má více paměti pro kód. To znamená, že .NET Micro Framework může obsahovat větší část z .NET Frameworku a tím pádem bude práce s minipočítačem ještě jednodušší. Bonusem tohoto modelu je podpora Wi-Fi připojení. Výhoda je, že počítadlo může být kdekoliv v dosahu Wi-Fi sítě a počítač nemusí být spojen kabelem s routerem.

Další možnost zlepšení je výměna krokového motorku za motorek silnější a s větší rychlostí otáčení. Stávajícímu motorku trvá otočení o jedno číslo přibližně jednu sekundu. Problém nastává při změně zdroje dat, kdy se musí změnit hodnota na počítadle o stovky nebo tisíce. Tato operace může trvat až desítky minut.

Při konstrukci dalšího modelu počítadla by také bylo vhodné vytvořit kola, potažmo celé počítadlo ve větších rozměrech, pro lepší čitelnost a možnost vystavení počítadla například ve výloze.



Obr. 27 Složený projekt

Závěr

Práce se zabývá fenoménem Internet of things neboli internetem věcí. Jedná se o propojení mnoha zařízení a senzorů k internetu komunikujících mezi sebou. Je zde obsažena historie, současnost a možný vývoj tohoto odvětví.

Záměr práce jsou minipočítače, které umožňují proměnit běžné věci na věci s možností zapojení do internetu věcí. Jedná se o malé počítače architektury ARM s malou spotřebou elektrické energie a dostatečným výkonem pro internet věcí. Obsahují vstupní porty pro získávání informací ze senzorů a výstupní porty pro řízení běžných věcí.

V této práci bylo účelem navrhnout a vytvořit aplikaci, která by ukazovala možnosti a využití dnešního světa internetu věcí. Konkrétně se jednalo o propojení fyzického světa se světem sociálních sítí.

Vývoj projektu začínal výběrem minipočítače. Bylo vybráno Netduino 2 plus jenž obsahuje port RJ-45 pro komunikaci s internetem a programuje se pomocí jazyka C# a .NET Micro Frameworku ve vývojovém prostředí Microsoft Visual Studio známém z programování běžných aplikací v .NET Frameworku.

Zástupcem reálného světa se stalo mechanické počítadlo s ozubenými koly vytisknutými na 3D tiskárně v laboratoři na Fakultě elektrotechniky a informatiky, VŠB - Technické univerzity Ostrava. Tato ozubená kola jsou spojena s částmi PVC trubky, na kterých jsou nálepky s čísly 0 až 9. Tato číslicová kola jsou čtyři a reprezentují hodnoty od 0 do 9999. O přenos mezi řády se starají převodní ozubená kola vytisknutá rovněž na 3D tiskárně. Ozubená kola pohání krokový motorek ovládaný přes řadič minipočítačem.

Jako sociální síť byl vybrán Facebook a jako data slouží počet To se mi líbí příspěvků nebo stránek. Sociální síť začaly vyžadovat v průběhu vývoje šifrovanou komunikaci, kterou Netduino plus 2 nepodporuje. Z tohoto důvodu se do komunikace mezi minipočítačem a sociální sítí vložil mezičlánek v podobě serveru, který zpracovává dotazy Netduina a dotazuje se Facebooku šifrovanou komunikací.

Meziserver je Windows Form aplikace napsaná v jazyce C# s jednoduchým uživatelským rozhraním pro volbu zdroje dat. Tato aplikace obsluhuje požadavky Netduina na pozadí a posílá dotazy na rozhraní Facebooku (Graph API), zatímco uživatel může měnit zdroje dat. Tyto dotazy jsou stejné jako by mohl posílat minipočítač, kdyby podporoval komunikaci přes protokol HTTPS. Díky využití .NET Micro Framework minipočítače lze třídu pro komunikaci s Facebookem zkopírovat z počítačové aplikace jen s minimálním množstvím změn.

Spojením všech částí vznikl funkční celek schopný komunikovat se sociální sítí a prezentovat data z něj stažená. Samotné zařízení potřebuje k provozu 5 V zdroj s dvěma USB zdírkami a zdroj internetového připojení přes Ethernet. Meziserver potřebuje k běhu počítač s operačním systémem Windows s .NET Frameworkem 4.5. Počítač musí být připojen k síti s veřejnou IP adresou nebo ke stejné místní síti jako je připojeno Netduino.

Tato práce ukazuje, že při použití minipočítačů můžeme rozšířit internet věcí na téměř jakýkoliv běžný předmět, který k tomuto účelu nebyl původně vytvořen. Následným zmenšováním rozměrů minipočítačů, snižováním jejich spotřeby elektrické energie a integrací dalších funkcí vznikne komunikující celek internetu věcí a fyzického světa.

Seznam použitých zdrojů

- [1] PFISTER, C. Getting Started with the Internet of Things: Connecting Sensors and Microcontrollers to the Cloud, 2011, Maker Media, ISBN: 978-1449393571
- [2] The internet of things [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.theinternetofthings.eu/>>
- [3] Dokumentace mikrokontroléru STM32F405xx, STM32F407xx [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.st.com/st-web-ui/static/active/en/resource/technical/document/datasheet/DM00037051.pdf>>
- [4] Mikroprocesory s architekturou arm [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/mikroprocesory-s-architekturou-arm/>>
- [5] Arduino [online]. Dostupný z WWW: <<https://www.arduino.cc/>>
- [6] OpenWrt [online]. Dostupný z WWW: <<https://openwrt.org/>>
- [7] Atmel CryptoAuthentication [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.atmel.com/products/security-ics/cryptoauthentication/>>
- [8] Netduino [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.netduino.com/>>
- [9] Bits per second (bps or bit/sec) [online]. Dostupný z WWW: <<http://searchnetworking.techtarget.com/definition/bits-per-second/>>
- [10] GSM [online]. Dostupný z WWW: <<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/GSM>>
- [11] GPRS [online]. Dostupný z WWW: <<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/GPRS>>
- [12] CodeProject [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.codeproject.com/Articles/840511/Introduction-to-Netduino-Plus-with-examples>>
- [13] Adafruit [online]. Dostupný z WWW: <<https://www.adafruit.com/>>
- [14] WEP – zabezpečení WiFi sítě [online]. Dostupný z WWW: <http://radio.feld.cvut.cz/personal/mikulak/MK/MK05_semestralky/WEP.pdf>
- [15] Bezpečnost a Hacking WiFi (802.11) - 4. část WPA a WPA2 [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.security-portal.cz/clanky/bezpe%C4%8Dnost-hacking-wifi-80211-4-%C4%8D%C3%A1st-wpa-wpa2>>
- [16] Co je to SSL [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.ssl-thawte.cz/ssl/co-je-to-ssl/>>
- [17] Transport Layer Security (TLS) [online]. Dostupný z WWW: <<http://searchsecurity.techtarget.com/definition/Transport-Layer-Security-TLS>>
- [18] Building a mechanical counter [online]. Dostupný z WWW: <<http://woodgears.ca/counter/>>

- [19] .NET Micro Framework [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.netmf.com/>>
- [20] Facebook [online]. Dostupný z WWW: <<https://www.facebook.com>>
- [21] DELHOSTE, Fabrice. Facebook & Twitter API [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.slideshare.net/fabicedelhoste/facebook-twitter-api>>
- [22] DVOŘÁČEK, Vladimír. Světelné zdroje – světelné diody, časopis SVĚTLO 2009/5 [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/39810.pdf>>
- [23] ZAGOUDIS, Jeff. Telematics Puts Managers In The Driver's Seat [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.constructionequipment.com/telematics-puts-managers-driver%E2%80%99s-seat>>
- [24] What is NTP? [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.ntp.org/ntpfaq/NTP-s-def.htm>>
- [25] What Is RSS [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.xml.com/pub/a/2002/12/18/dive-into-xml.html>>
- [26] Protokol HTTPS [online]. Dostupný z WWW: <<https://www.sslls.cz/https.html>>
- [27] What is DHCP? [online]. Dostupný z WWW: <[https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/dd145320(v=ws.10).aspx)>
- [28] BackgroundWorker [online]. Dostupný z WWW: <[https://msdn.microsoft.com/cs-cz/library/system.componentmodel.backgroundworker\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/cs-cz/library/system.componentmodel.backgroundworker(v=vs.110).aspx)>
- [29] DANDAMUDI, Sivarama P. Guide to RISC processors: for programmers and engineers. New York: Springer, c2005. ISBN 0387210172.
- [30] Graph API Explorer [online]. Dostupný z WWW: <<https://developers.facebook.com/tools/explorer/>>
- [31] The Internet of Things (IoT) & Collaborative IQ [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.earthdecks.net/iot-ciq/>>
- [32] Aplikace pro tvorbu sekvenčních diagramů [online]. Dostupný z WWW: <<https://www.websequencediagrams.com/>>
- [33] Aplikace pro testování komunikace s API sociálních sítí [online]. Dostupný z WWW: <<https://www.getpostman.com/>>
- [34] Smiirl [online]. Dostupný z WWW: <<https://www.smiirl.com/>>

Seznam obrázků

Obr. 1 Využití internetu věcí.....	8
Obr. 2 Arduino UNO [5]	10
Obr. 3 Arduino Yún [5]	11
Obr. 4 Arduino MKR1000 [5].....	12
Obr. 5 Arduino Ethernet Shield [5]	13
Obr. 6 Arduino GSM Shield [5]	13
Obr. 7 Arduino WiFi Shield 101 [5]	14
Obr. 8 Netduino plus [13].....	15
Obr. 9 Netduino plus 2 [12].....	16
Obr. 10 Netduino 3 ethernet [13]	17
Obr. 11 Netduino 3 Wi-Fi [13].....	18
Obr. 12 Mechanické počítadlo [18].....	19
Obr. 13 Visual Studio, New .NET Micro Framework project	20
Obr. 14 Facebooková stránka katedry informatiky, VŠB – TUO, FEI [20].....	21
Obr. 15 Netduino, ke stažení [8]	22
Obr. 16 .NET MFDT Network Configuration.....	26
Obr. 17 Graph API Explorer [30].....	29
Obr. 18 Postman [33]	29
Obr. 19 CounterServer	31
Obr. 20 Facebook, ID stránky	31
Obr. 21 Facebook, ID statusu	31
Obr. 22 Konstrukce	32
Obr. 23 Velké ozubené kolo pravé a levé.....	33
Obr. 24 Číslicové kolo.....	33
Obr. 25 Převodní kola	34
Obr. 26 Krokový motorek 28BYJ-48 a řadič ULN2003	34
Obr. 27 Složený projekt.....	35

Seznam grafů

Graf 1 Počet připojených zařízení [31]	9
Graf 2 Sekvenční diagram získání dat z Facebooku [32].....	26

Seznam tabulek

Tab. 1 Specifikace Arduino Yún [5]	11
Tab. 2 Specifikace Arduino MKR1000 [5]	12
Tab. 3 Specifikace Netduino plus [8]	15
Tab. 4 Specifikace Netduino plus 2 [8]	16
Tab. 5 Specifikace Netduino 3 ethernet a Netduino 3 Wi-Fi[8].....	17

Seznam kódů

Kód 1 Nový Netduino projekt	23
Kód 2 Deklarace LED	23
Kód 3 Logika blikání LED	23
Kód 4 Výpočet počtu sekvencí otočení motorku.....	28

Přílohy

Na přiloženém CD se nachází třídy jazyka C# projektů popsaných v práci.

Složka	Popis
RSS	Třídy pro Netduino RSS projekt
	Program.cs RssFeed.cs Ntp.cs
FacebookLikeCounter	Třídy pro Netduino IoT projekt
	Program.cs Client.cs Program.cs Ntp.cs
CounterServer	Třídy pro serverovou aplikaci
	Program.cs Form1.cs Form1.designer.cs DataProvider.cs Facebook.cs
Fotky	Fotky počítadla
	Konstrukce.jpg VelkeKolo1.jpg VelkeKolo2.jpg VelkeKoloCiselnik.jpg PrevodniKola.jpg CelekNezapojeny.jpg Celek.jpg
Video	Ukázka funkčnosti počítadla
	PretaceniRadu.mp4

Tabulka popisující složky příloh na CD